

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-169273

(43)Date of publication of application : 13.06.2003

(51)Int.Cl.

H04N 5/74
 G03B 21/00
 H04N 5/57
 H04N 7/08
 H04N 7/081

(21)Application number : 2002-066049

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 11.03.2002

(72)Inventor : NISHI TOMOHIRO
ONISHI MICHIIRO

(30)Priority

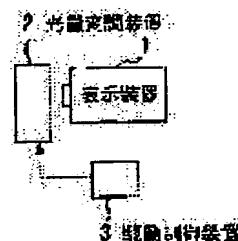
Priority number : 2001283180 Priority date : 18.09.2001 Priority country : JP

(54) INTENSITY MODULATION METHOD AND SYSTEM, AND LUMINOUS QUANTITY MODULATION APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a technology for preventing unauthorized recording of an image displayed on a display screen or a displayed image so as to protect contents from the illegitimate acts.

SOLUTION: This invention applies intensity modulation to provide periodicity to a luminous quantity of a substantial display image in a temporal direction displayed on a display screen or the display image by taking into account a temporal frequency contrast sensitivity characteristic of human being in a way that the presence of the modulation cannot be perceived even in the case of direct appreciation of the display image but the change in the luminous quantity appears independently of the substantial display image when the image resulting from recording the display image by an image pickup device is appreciated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 03.07.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3674593

[Date of registration] 13.05.2005

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2003-169273
(P2003-169273A)

(43)公開日 平成15年6月13日 (2003.6.13)

(51)Int.Cl.⁷
H 04 N 5/74
G 03 B 21/00
H 04 N 5/57
7/08
7/081

識別記号

F I
H 04 N 5/74
G 03 B 21/00
H 04 N 5/57
7/08

テマコート(参考)
Z 2 K 1 0 3
D 5 C 0 2 6
5 C 0 5 8
Z 5 C 0 6 3

審査請求 未請求 請求項の数31 O L (全 21 頁)

(21)出願番号 特願2002-66049(P2002-66049)
(22)出願日 平成14年3月11日 (2002.3.11)
(31)優先権主張番号 特願2001-283180(P2001-283180)
(32)優先日 平成13年9月18日 (2001.9.18)
(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000002185
ソニーリテクノロジーズ
東京都品川区北品川6丁目7番35号
(72)発明者 西 智裕
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニーリテクノロジーズ内
(72)発明者 大西 通博
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニーリテクノロジーズ内
(74)代理人 100067736
弁理士 小池 晃 (外2名)

最終頁に続く

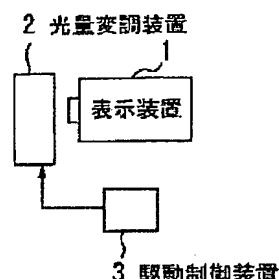
(54)【発明の名称】 強度変調方法及びシステム並びに光量変調装置

(57)【要約】

【課題】 スクリーンや表示画面上から表示画像が不正に複製される行為を抑制し、当該不正行為からコンテンツを保護する。

【解決手段】 表示画面を直接鑑賞しても変調の有無を知覚できないが、表示画面を撮像装置で記録した画像を鑑賞すると、本来の表示画像とは独立の光量変化が出現するように、ヒトの時間周波数コントラスト感度特性を考慮して、スクリーン上に又は表示画面上に表示される本来の表示画像そのものの光量に時間方向に周期性を有する強度変調を加える。

4 スクリーン



【特許請求の範囲】

【請求項1】 表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変化が出現するように、本来の表示画像の光量に時間方向に周期性をもった強度変調を加えることを特徴とする強度変調方法。

【請求項2】 請求項1に記載の強度変調方法において、個々の時間帯における強度変調度の空間分布が高空間周波数成分を持たないように変調を行うことを特徴とする強度変調方法。

【請求項3】 請求項1に記載の強度変調方法において、周期は同じである時間変調の位相、強度、波形またはそれらの組み合わせを、空間位置毎に変化させることによって、個々の時間帯における強度変調度の空間分布が高空間周波数成分を持たないように変調を行うことを特徴とする強度変調方法。

【請求項4】 請求項1に記載の強度変調方法において、前記強度変調に正弦波を用いる場合、当該正弦波の振幅と周波数が以下の条件を満たすように設定することを特徴とする強度変調方法。

条件：撮像装置で撮影された各記録フレームの光量の時間変化の振幅と周波数が、本来の表示画像の輝度に対するヒトの時間周波数コントラスト感度以上の領域に属する。

【請求項5】 請求項4に記載の強度変調方法において、前記正弦波の振幅が、さらに以下の条件を満たすように設定することを特徴とする強度変調方法。

条件：前記強度変調の振幅が、表示画像の輝度における請求項4で設定した正弦波の周波数でのヒトの時間周波数コントラスト感度から求まる振幅値以下である。

【請求項6】 請求項1に記載の強度変調方法において、前記強度変調に合成波を用いる場合、前記合成波を構成する各正弦波成分の振幅と周波数の少なくとも1つの組み合わせが以下の条件を満たすように設定することを特徴とする強度変調方法。

条件：撮像装置で撮影された各記録フレームの光量の時間変化の振幅と周波数が、本来の表示画像の輝度に対するヒトの時間周波数コントラスト感度以上の領域に属する。

【請求項7】 請求項6に記載の強度変調方法において、前記正弦波の振幅が、さらに以下の条件を満たすように設定することを特徴とする強度変調方法。

条件：前記各正弦波成分の振幅が、表示画像の輝度における請求項6で設定した正弦波の周波数でのヒトの時間周波数コントラスト感度から求まる振幅値以下である。

【請求項8】 請求項1に記載の強度変調方法において、表示画像の空間位置ごとに異なる種類の強度変調を加えることを特徴とする。

【請求項9】 請求項1に記載の強度変調方法において、時間ごとに異なる種類の前記強度変調を加えること

を特徴とする。

【請求項10】 請求項1に記載の強度変調方法において、前記強度変調には、その変調の前後で1フレーム中に表示される光量が等しくなるものを使用することを特徴とする。

【請求項11】 請求項1に記載の強度変調方法において、記録画像に出現する光量変化は、色方向の変化であることを特徴とする。

【請求項12】 スクリーン上の表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変化が出現するように表示画像に変調を加える強度変調付与システムであって、スクリーン上に表示画像を投影する投射型の表示装置と、

投影光路上において投影光に作用し、本来の表示画像に対し時間方向に周期性をもった強度変調を加える光量変調装置とを備えることを特徴とする強度変調付与システム。

【請求項13】 スクリーン上の表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変化が出現するように表示画像に変調を加える強度変調付与システムであって、スクリーン上に表示画像を投影する投射型の表示装置と、

上記表示装置の光源を制御し、本来の表示画像に対し時間方向に周期性をもった強度変調を加える光量変調装置とを備えることを特徴とする強度変調付与システム。

【請求項14】 スクリーン上の表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変化が出現するように表示画像に変調を加える強度変調付与システムであって、スクリーン上に表示画像を投影する投射型の表示装置と、

表示装置の画像信号を制御し、本来の表示画像に対し時間方向に周期性をもった強度変調を加える光量変調装置とを備えることを特徴とする強度変調付与システム。

【請求項15】 スクリーン上の表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変化が出現するように表示画像に変調を加える強度変調付与システムであって、スクリーン上に表示画像を投影する投射型の表示装置と、

上記表示装置の発光点、もしくは発光面から観察者までの光路上にて作用し、本来の表示画像に対し時間方向に周期性をもった強度変調を画像の空間位置毎に独立して加える光量変調装置とを備えることを特徴とする強度変調付与システム。

【請求項16】 スクリーン上の表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変化が出現するように表示

画像に変調を加える強度変調付与システムであって、スクリーン上に表示画像を投影する投射型の表示装置と、上記表示装置の画像信号を制御し、本来の表示画像に対し時間方向に周期性をもった強度変調を画像の空間位置毎に独立して加える光量変調装置とを備えることを特徴とする強度変調付与システム。

【請求項17】 表示画面上の表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変化が出現するように表示画像に変調を加える強度変調付与システムであって、表示画面上に表示画像を表示する直視型の表示装置と、表示光に作用し、本来の表示画像に対し時間方向に周期性をもった強度変調を加える光量変調装置とを備えることを特徴とする強度変調付与システム。

【請求項18】 表示画面上の表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変化が出現するように表示画像に変調を加える強度変調付与システムであって、表示画面上に表示画像を表示する直視型の表示装置と、上記表示装置の光源を制御し、本来の表示画像に対し時間方向に周期性をもった強度変調を加える光量変調装置とを備えることを特徴とする強度変調付与システム。

【請求項19】 表示画面上の表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変化が出現するように表示画像に変調を加える強度変調付与システムであって、表示画面上に表示画像を表示する直視型の表示装置と、表示装置の画像信号を制御し、本来の表示画像に対し時間方向に周期性をもった強度変調を加える光量変調装置とを備えることを特徴とする強度変調付与システム。

【請求項20】 表示画面上の表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変化が出現するように表示画像に変調を加える強度変調付与システムであって、表示画面上に表示画像を表示する直視型の表示装置と、上記表示装置の発光点、もしくは発光面から観察者までの光路上にて作用し、本来の表示画像に対し時間方向に周期性をもった強度変調を画像の空間位置毎に独立して加える光量変調装置とを備えることを特徴とする強度変調付与システム。

【請求項21】 表示画面上の表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変化が出現するように表示画像に変調を加える強度変調付与システムであって、表示画面上に表示画像を表示する直視型の表示装置と、上記表示装置の画像信号を制御し、本来の表示画像に対し時間方向に周期性をもった強度変調を画像の空間位置毎に独立して加える光量変調装置とを備えることを特徴とする強度変調付与システム。

【請求項22】 投射型の表示装置から射出された投影光に対し時間方向に周期性をもった強度変調を加え、スクリーン上の表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変化が出現するようにすることを特徴とする強度変調付与システムにおける光量変調装置。

【請求項23】 投射型の表示装置の光源に対し時間方向に周期性をもった強度変調を加え、スクリーン上の表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変化が出現するようにすることを特徴とする強度変調付与システムにおける光量変調装置。

【請求項24】 投射型の表示装置の画像信号に対し時間方向に周期性をもった強度変調を加え、スクリーン上の表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変化が出現するようにすることを特徴とする強度変調付与システムにおける光量変調装置。

【請求項25】 投射型の表示装置の発光点、もしくは発光面から観察者までの光路上にて時間方向に周期性をもった強度変調を画像の空間位置に応じて加え、表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変化が出現するようにすることを特徴とする強度変調付与システムにおける光量変調装置。

【請求項26】 投射型の表示装置の画像信号に対し、時間方向に周期性をもった強度変調を画像の空間位置に応じて加え、表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変化が出現するようにすることを特徴とする強度変調付与システムにおける光量変調装置。

【請求項27】 直視型の表示装置の表示光に対し時間方向に周期性をもった強度変調を加え、表示画面上の表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変化が出現するようにすることを特徴とする強度変調付与システムにおける光量変調装置。

【請求項28】 直視型の表示装置の光源に対し時間方向に周期性をもった強度変調を加え、表示画面上の表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変化が出現するようにすることを特徴とする強度変調付与システムにおける光量変調装置。

【請求項29】 直視型の表示装置の画像信号に対し時間方向に周期性をもった強度変調を加え、表示画面上の表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変化が出現するようにすることを特徴とする強度変調付与システムにおける光量変調装置。

【請求項30】 直視型の表示装置の発光点、もしくは

発光面から観察者までの光路上にて時間方向に周期性をもった強度変調を画像の空間位置に応じて加え、表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変化が出現するようによることを特徴とする強度変調付与システムにおける光量変調装置。

【請求項31】直視型の表示装置の画像信号に対し、時間方向に周期性をもった強度変調を画像の空間位置に応じて加え、表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変化が出現するようによることを特徴とする強度変調付与システムにおける光量変調装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本願発明は、表示画面を不正に撮像すると記録画面に鑑賞を妨げる光量変化が現れるように表示画面自体に強度変調を加える技術に関する。

【0002】

【従来の技術】スクリーン上から映像が不正に複製されるのを妨害する技術を提案するものに、米国特許第6,018,374号がある。この技術は、ヒトの視覚特性と撮像カメラの撮像特性の違いに着目し、妨害手段として赤外線光を使用するものである。具体的には、映像投影機の近傍位置その他の遠方位置に配置した赤外線光放射機からスクリーン面に向けて赤外線光を放射し、その反射光を不正行為者の撮像カメラに入射させる仕組みを採用する。すなわち、不正に撮像された映像に、本編の映像とは無関係な赤外線光の光像を記録させる仕組みを採用する。この結果、不正に撮像された映像の画質は損なわれ、場合よっては不正行為地の特定も可能となる。勿論、赤外線光はヒトには認識されないので、視聴者が本編の映像を楽しむ上では何ら支障はない。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】このように赤外線光を用いることによって、十分な抑止効果と妨害効果を実現できる。しかし重要なコンテンツを保護するためには、多様な妨害技術の確立が望まれる。

【0004】

【課題を解決するための手段】そこで本願明細書においては、表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変化が出現するように、本来の表示画像の光量に時間方向に周期性をもった強度変調を加える技術を提案する。すなわち、表示画像を撮影機器等を介さずに直接鑑賞しても変調を知覚できないが、撮像機器等を介して撮影された画像を鑑賞すると鑑賞の妨げとなるノイズ（本来の表示画像とは独立の光量変化）が知覚されるような変調技術を提案する。

【0005】なお光量変化には、明暗方向の変化（輝度変化）、色方向の変化、又はそれらの組み合わせの変化

が含まれる。以下、当該光量変化を実現できる条件及び当該現象を利用した応用例を説明する。

【0006】

【発明の実施の形態】(A) 基本原理

(A-1) 明暗変化に対する視覚特性

本願発明の一つは、ヒトのちらつきに対する視覚特性に着目するものである。時間方向に正弦波状に変動する光に対して、人間がちらつきが見えなくなるマイケルソン・コントラスト（以下「コントラスト」という。）を時間周波数ごとに求めると、ヒトの時間周波数コントラスト感度を求めることができる。

【0007】図1は、平均輝度強度ごとのヒトの時間周波数コントラスト感度を表している。すなわち図1は、明暗を繰り返したときに画面がちらついて見えるかを各条件で測定した実験結果を表すものである。縦軸のコントラストは、振幅を平均強度で割った値であり、（振幅の最大値-最小値）/（最大値+最小値）により与えられる。横軸の時間周波数は、明暗変化の周波数を表している。図中の各シンボル（例えば●や○）は、画面の平均輝度強度を表している。

【0008】なお図中では、平均輝度強度を網膜照度と呼ばれる単位td（トローランド）で表している。この単位は網膜上における光のヒトにとっての強度に対応するものである。すなわち単位tdは、瞳孔面積(m²) × 輝度(cd/m²)に相当する。なお1000tdは40nit程度に相当する。ここで単位nitは輝度(cd/m²)に相当する。

【0009】図1の各シンボルを通る曲線は各平均輝度強度でのちらつきが知覚される境界条件を表す。境界線より下の領域（ヒトの時間周波数コントラスト感度以上の領域）がちらつきの知覚される領域である。一方、境界線より上の領域（ヒトの時間周波数コントラスト感度以下の領域）がちらつきの知覚されない領域である。

【0010】図1に示されているように、ヒトのちらつきに対する感度は、10~20Hzで最も高くなり（コントラストの変化がわずかでも知覚され易くなり）、それ以上の周波数においては、ちらつきが見えるために必要なコントラストが大きくなる。例えば平均輝度強度が77tdの場合、50Hz程度でコントラストを100%としてもちらつきは見えなくなり、変動を時間方向で平均化した一定強度の光が表示されているように見える。

【0011】この特性を利用し、フィルム映写機は多くの場合48Hzの周波数、CRTを用いたテレビ受像機は60Hzの周波数で表示を行い、ちらつきが感じられないような画像を呈示している。

【0012】(A-2) 変調条件

(A-2-1) 表示画面を直接鑑賞するヒトに対してちらつきを感じさせない変調条件
まず表示画面を直接鑑賞してもちらつきが知覚されない

変調条件を求める。ここでは変調方法の基本条件を求めるため、一様な強度を示した表示画面に正弦波状の変調を与える場合について説明する。すなわち表示画面に一定周期の強度変調を加える場合について説明する。

$$F(f, t) = A(1 - \alpha) + \alpha A \cos(2\pi f t) \dots \quad (1)$$

なお、 A は定数、 f は変調を加える周波数、 α はコントラスト ($0 \leq \alpha \leq 1$)、 t は時間である。

【0014】ここで(1)式の第1項は表示画面の平均強度を表しており、第2項はこれに加えられる時間変調成分を表している。従って、時間変調の振幅(すなわち αA)を、表示画像の輝度から算出されるヒトの時間周波数コントラスト感度において時間変調の周波数 f でちがつが見えない振幅以下の値に設定すると、($A - 1$)項において説明したようにヒトには表示画面上のちがつが知覚されなくなる。すなわち、ヒトには、表示画面上に $A \cdot (1 - \alpha)$ で与えられる一定強度の光のみが表示されているように知覚される。

【0015】例えば、映画館での上映にかかる変調方式を適用する場合(フィルム画像の最大輝度に相当する40nit(1000td程度に相当)の全面白色画面が24フレーム/秒で表示されている場合)であれば、スクリーン上に投影される表示画像に時間周波数 $f = 72\text{Hz}$ 、コントラスト $\alpha = 20\%$ の強度変調を加えれば良い。

【0016】強度変調の与え方には様々な方法が考えられるが、例えば正弦波状の濃度変化を持つ回転フィルタを投射型の表示装置(いわゆるプロジェクタ)の投影レンズの前方で(すなわち投影光路上で)回転させること等により実現できる。

【0017】ここで時間周波数72Hz、コントラスト20%の正弦波は、人の時間周波数コントラスト感度以下の周波数と振幅条件であるため、スクリーン上に投影された表示画像を鑑賞しているヒトにちがつ感を与えることはない。

【0018】なおこの方法では、回転フィルタの存在により平均輝度が $A(1 - \alpha)$ (すなわち、 $40 \times (1 - 0.2)$)というように本来の光量 A の80%に低下する。従って、当該低下割合($1 - \alpha$)の逆数を予め本来の画像強度に乗算しておけば、すなわち表示画面の最大輝度を予め50nitに補正しておけば、回転フィルタによって光量が低下したとしてもスクリーン上に投影される表示画面の画像強度を本来の明るさ(40nit)に一致させることができる。

【0019】なお当該機能は画像輝度補正手段によって実現できる。因みに画像輝度補正手段は、入力される又は保持するコントラスト情報を基に前述の低下割合を演算して光源の輝度を補正しても良いし、入力される又は保持する低下割合を基に光源の輝度を補正しても良い。

【0020】以上のように、鑑賞者にちがつを感じさせることなく表示画面に強度変調を加える方法は、表示

【0013】このとき強度変調が施された表示画面の各時点における光量は、以下の関数 $F(f, t)$ により表すことができる。

$$F(f, t) = A(1 - \alpha) + \alpha A \cos(2\pi f t) \dots \quad (1)$$

画面全体が同じ平均輝度強度の場合(全面白色画面の場合)だけではなく、画面位置ごとに平均輝度強度が異なるような一般的の画像にも適用可能である。

【0021】ここで強度変調は、必ずしも画面全体について同時に実行する必要はない。例えば、表示画面上の位置(空間位置)ごとに強度変調の位相を変えて良い。また例えば、表示画面上の位置(空間位置)ごとに異なる強度変調(振幅と周波数の組み合わせが異なる)を行っても良い。このようにしても、表示画面の鑑賞者にはちがつを感じさせずに、強度変調情報を多重させることができる。なお言うまでもないが、このような変調方法は、次項の条件を満たす強度変調を表示画面に加える場合も同様である。

【0022】なおここで想定する表示画面の最大輝度は各映像場面ごとに設定することも可能である。すなわち、最大輝度が低い映像場面ではこれに応じた強度変調(振幅と周波数の組み合わせ)を与え、最大輝度が高い映像場面ではこれに応じた強度変調(振幅と周波数の組み合わせ)を与えることもできる。

【0023】もっとも図1に示すように表示画面上の輝度の変化に対してコントラスト閾値はそれほど多く変化しない。例えば、平均輝度強度を850tdから77tdに変化させても、対応するコントラスト感度曲線はシンボル○で表される特性曲線からシンボル△で表される特性曲線程度しか移動しない。しかもコントラスト感度は平均輝度強度が高いほど厳しい。従って実用上は、映像場面全体を通しての最大輝度(全面白色画面)に合わせて変調条件を定めておけば十分である。

【0024】なお以上では、強度変調に正弦波状の変調波を用いる場合について説明したが、矩形波のような他の変調波(合成波)により表示画面の光量を強度変調しても良い。この場合には、使用する変調波(合成波)をフーリエ変換等して得られる各正弦波成分のそれぞれが前述の条件を満たしていれば良い。すなわち、各正弦波成分の各周波数での振幅が前述の条件を満たせば良い。

【0025】また以上では、各正弦波の振幅に下限を設けなかったが、好ましくはヒトの明暗知覚の増分閾以上に設定すれば良い。これはどちらかと言うと、撮像装置に表示画面上の明暗変化を記録させるための条件である。

【0026】なお、ヒトの明暗知覚の増分閾とは、ある背景光中で指標を観視する場合に、指標と背景光との間に明暗差が知覚される最小の輝度差のことである。このように明暗知覚の増分閾は、本来輝度が一定の状態(静止状態)で明暗差が知覚されるための条件であり、前述

のように強度変調時（動状態）で明暗差が知覚される条件ではない。実際、強度変調時にはコントラスト α が100%でも、所定の条件を満たせば、ヒトは明暗変化を知覚できない。

【0027】ここで、正弦波の振幅の下限値を、表示画面の輝度に対するヒトの明暗知覚の増分閾以上とするのは、ビデオカメラが光の強度の違いを見分ける感度とヒトの明暗知覚の増分閾とはあまり違わないからである。すなわち、強度変調の振幅がヒトの明暗知覚の増分閾以上であれば、ビデオカメラに対して確実に明暗差を記録させることができるのである。

【0028】もっとも、不正な撮像行為に想定されるビデオカメラの光の強度差に対する感度が、ヒトの明暗知覚の増分閾よりも高い場合には（より小さい明暗差を検出可能な場合には）、かかる下限条件は理論的には、当該ビデオカメラの特性値を基に定めれば良い。

【0029】（A-2-2）撮影された記録画面上に鑑賞を妨げる明暗変化を出現させる方法
続いて、記録画面上に明暗変化を出現させるために必要な条件を説明する。

【0030】ビデオカメラ等の撮影機器においては、一定周期毎に画像を記録する手法が用いられる。例えばN

$$R(Nr) = A(1-\alpha)Tr + \frac{\alpha A}{2\pi f} \left\{ \sin(2\pi f(\frac{Nr}{Sr} + Tr)) - \sin(2\pi f(\frac{Nr}{Sr})) \right\} \dots (3)$$

(Nr = 0, 1, 2, ...)

【0036】ここで（3）式の第1項は記録画面の平均強度を表しており、第2項はこれに加えられる時間変調成分を表している。（3）式より分かるように、撮影フレーム毎の強度変化の振幅と時間周波数には、強度変調成分（周波数 f 、コントラスト α ）とビデオカメラ（撮像装置）の固有成分（サンプリングレート S_r 、シャッタースピード T_r ）とで決定される変動が生じることになる。

【0037】ここで、サンプリングレート S_r とシャッタースピード T_r は、不正行為に想定される撮影装置から定まる値である。従ってこれらの値が決まれば、後は f と α の値を、 $R(Nr)$ の基本周波数の周期と振幅が表示画像の輝度での人の時間周波数コントラスト感度以上となる値に選択すれば良い。

【0038】この場合、強度変調された表示画像の録画画像はヒトにちらつきと感じられ、撮影された画像の鑑賞を阻害することができる。

【0039】かくして、強度変調の時間周波数 f とコントラスト α として、前項（A-2-1）と本項（A-2-2）の条件を同時に満たすものを選択すれば、表示画面を直接鑑賞してもちらつきを感じないが、その記録画像を鑑賞するとちらつきを感じさせることができる。

【0040】なお、不正に撮像された映像の鑑賞を困難にできれば、表示画像の画質は最高水準でなくても良い

TSC方式のビデオカメラでは60Hz、PAL方式では50Hzの周期で画像が記録される。また、撮影される画像は、撮影機器の1フレーム毎のシャッター開口時間中に撮影素子に入力した光量を積分したものとなる。

【0031】従って、強度変調の加えられた表示画面（前述の関数 $F(f, t)$ で表現される光量変化を有する画面）を撮像する場合における各フレーム画像の記録強度の積分値は、次の積分式として表すことができる。

【0032】

【数1】

$$R(Nr) = \int_{Nr/Sr}^{Nr/Sr+Tr} F(f, t) dt \dots (2)$$

【0033】なお、 $R(Nr)$ は Nr フレームでの記録強度、 Nr は撮影カメラフレーム数（ $Nr = 0, 1, 2, \dots$ ）である。 $F(f, t)$ は、時刻 t における光量を加えた表示画面の記録強度である。 S_r は撮影カメラのサンプリングレート、 T_r は撮影カメラのシャッタースピードである。

【0034】さて、この（2）式に前述の（1）式を代入すると、次の（3）式が得られる。

【0035】

【数2】

$$R(Nr) = A(1-\alpha)Tr + \frac{\alpha A}{2\pi f} \left\{ \sin(2\pi f(\frac{Nr}{Sr} + Tr)) - \sin(2\pi f(\frac{Nr}{Sr})) \right\} \dots (3)$$

のであれば（すなわち、ちらつきが知覚されてもそれが鑑賞に支障がない程度であれば良いのであれば）、本項の条件のみを満たし、前項の条件については厳密には満たさない場合も考えられる。

【0041】以下、具体例により説明する。前項で説明したように強度変調の加えられた表示画像をNTSC方式のビデオカメラを用いて撮像するものとする。図2に、シャッター開口時間を1/60秒とした場合における撮影後の記録強度の変化を示す。なお、このシャッター開口時間は、映画館内で上映される画像の明るさ程度を自動シャッターにより撮像する場合に一般的に用いられる値である。

【0042】図2は、基本周波数 f が12Hz、コントラスト α が3%の強度変化がビデオカメラによって記録されていることを表している。撮影された画像（記録画像）の明暗変化は、図1で示したヒトの時間周波数コントラスト感度より高い領域に位置している。従って、ヒトの目にはちらつきが見え、記録画像の鑑賞の障害となる。すなわち、表示画像を見ている人にはちらつきが感じられないが、その記録画像にはヒトの目にちらつきが知覚される画像となり、妨害の役目を果たしている。

【0043】なお、かかる妨害効果は、実際に使用される撮影装置のシャッタースピードとサンプリングレートが想定値に一致する場合に最大となるが、撮影時に他の

シャッタースピードとサンプリングレートの組み合わせが用いられた場合には、記録画像に現れるちらつき量が減る場合がある。例えば、(3)式においては、 $f \cdot T_r$ を整数値に設定すると、ちらつきはなくなる。

【0044】しかし、シャッタースピードとサンプリングレートを細かく制御することは複雑な装置を必要とする。従って、一般的な不法行為については十分である。また加える強度変調の種類(周波数や振幅)を表示中に変更すれば、撮影装置側のシャッタースピードやサンプリングレートに関係なく記録画像にちらつきを発生させることができる。

【0045】なお以上では、強度変調に正弦波状の変調波を用いる場合について説明したが、正弦波以外の変調波を用いる場合でも同様の効果を実現できる。なおこの場合には、使用する変調波(合成波)をフーリエ変換等して得られる各正弦波成分の少なくとも1つが本項(A-2-2)の条件と前項(A-2-1)の条件を満たすようにすることで、表示画像を直接鑑賞する人にはちらつきが感じられないが記録画像にはちらつきが現れる強度変調を実現できる。勿論、直接の鑑賞対象となる表示画像に求められる画質が最高水準でない場合には、その範囲で前項(A-2-1)の条件を満たさない場合もあり得る。

【0046】(A-2-3) 変調前後の表示強度の維持

さらに追加的な条件を説明する。ここで説明する条件は鑑賞者による表示画像の鑑賞に違和感を与えないための条件の1つである。所望の妨害効果を実現するために前項までの条件を満たす強度変調を表示画面に加えると、強度変調の周期と表示方式の周期のずれにより、本来表示したかった表示強度と異なった表示強度が表示される可能性がある。すなわち、強度変調を掛ける前と掛けた後でフレームの表示強度(光量)が異なってしまう可能性がある。なお、上記表示強度とは、1フレーム期間で平均された輝度を意味している。

【0047】通常、表示画像の鑑賞者は本来の表示強度を知らないので、強度変調によってどのような違いが生じたかに気づくことはない。しかし、この違いが問題になる可能性もある。例えば、芸術性の高い映像の場合である。

【0048】このような場合には、表示画像の1フレーム中に表示される光量が強度変調を加える前と強度変調を加えた後とで一致することが必要となる。このためには、以下の式を成立させる必要がある。

【0049】

【数3】

$$I(N_p) = \int_{N_p T_p}^{(N_p-1) T_p} F(f, t) dt \quad \dots (4)$$

【0050】なお $I(N_p)$ は、表示装置側でフレーム番号 N_p に強度変調を加える前の表示強度である。因み

に $N_p = 0, 1, 2 \dots$ である。また T_p は、表示装置側における1フレームの時間である。

【0051】このように前述の(A-2-1)項の条件と(A-2-2)項の条件に加え、本項(A-2-3)の条件も満たすように強度変調 $F(f, t)$ を設計すれば、強度変調をかけない場合の画像と同じ画像を表示することができる。なお(A-2-1)項で説明した具体例(画像周波数が24Hz、変調前の1フレーム中の光量が一定強度、強度変調に用いる正弦波が72Hz)の場合には、(4)式の条件も満たしている。すなわち、鑑賞者にちらつきを感じさせないだけでなく表示画像そのものにも変化を与えることなく、記録画像の鑑賞にのみ妨害効果を生じさせる強度変調を実現できる。

【0052】(A-3) 色変化に対する視覚特性 本願発明の一つは、ヒトの色変化に対する視覚特性に着目するものである。ここでは色方向に光量を変化させることにより、輝度方向に光量を変化させる場合と同様の効果を実現できることを説明する。

【0053】例えば表示画面上の光の強度は同じでも、その周波数分布(色成分)は変化させることで実現できる。例えば、100nitの赤色光の光と100nitの緑色光が交互に表示されるように変調すると、変調周波数を70Hz程度に設定すると各色が交互に見えるのではなく、混色して見える。つまり直接の鑑賞者には色の変化は見えない。

【0054】しかし、この画面を撮影機器等を介して60Hzのサンプリングレートで撮影すると、1フレームの間に赤が表示されている時間と緑が表示されている時間が異なって記録される。すなわち、より低い(ここでは10Hz程度)周期で表示画面が赤色と緑色に変化する映像を記録させることができる。これが色方向に光量の変化を与えることによる妨害方法となる。

【0055】具体例により説明する。図3は、色変化に対するヒトの時間周波数コントラスト感度を示している。図3の場合も、特性曲線の上側領域(コントラスト変化が小さい領域)がヒトに知覚されない領域であり、特性曲線の下側領域(コントラスト変化が大きい領域)がヒトに知覚される領域である。

【0056】なお図3において●印を結んだ特性曲線は、図4に示すように緑色光(G)と赤色光(R)の輝度和が一定となるように逆位相で変調した場合の特性を表している。因みに図4中のYは黄色を意味し、緑色光(G)と赤色光(R)を混色した場合の一般的な色の見え方を示している。

【0057】かかる変調の加えられた表示画像を撮影機器等を介して撮影すると、その記録画面には輝度(明暗に相当)の変化は確認されないが、色については赤から緑、緑から赤へと変化するパターンを知覚させることができる。

【0058】勿論、前述の明暗変化の説明と同様に、各

色に加える強度変調の条件（振幅、周波数）は、表示画像を直接鑑賞する場合には図3において色の変化を確認できない領域に属し、撮像機器等を介して撮像すると図3において色の変化を確認できる領域になるようなものを選択的に用いる。

【0059】またこの場合、混色後の輝度値はヒトによる鑑賞の妨げとならない限り、厳密な意味で変調の前後で一定でなくても良い。勿論、必要に応じて変調の前後で輝度値が一定になるような条件を選べば良い。かかる条件の選定には、前述の（A-2-1）項～（A-2-3）項と同様に考えれば良い。

【0060】ところで、図3には○印を結んだ特性曲線も表している。この特性曲線は、図5に示すように緑色光（G）と赤色光（R）を同位相で変化させた場合の特性を表している。この場合は、緑色光（G）と赤色光（R）の構成比率が変わらないので、色の変化はなく輝度（明暗）変化のみとなる。すなわち、前述した明暗変化の手法には輝度を変化させる場合だけでなく、色の変化によっても実現できることを意味する。

【0061】図3に示す2つの特性曲線を比較すると、時間周波数特性が異なることが分かる。図3を見ると、色変化（●印の特性曲線）よりも明暗変化（○印の特性曲線）の方が高周波ではヒトに知覚され易いことが分かる。すなわち、高周波では色変化の方が明暗変化よりも目立ち難いことが分かる。逆に言うと、色方向への光量変化は、明暗方向への光量変化よりも低い周波数で実用的な効果を実現できることを意味する。従って、実用化的観点からは色方向への光量変化の方が容易である。

【0062】（A-4）他の変調手法

前述のように光量変化は明暗方向であっても色方向であっても本発明で目的とする効果を得ることが可能であるが、その際に加える強度変調は常に一定周期である必要はない。

【0063】例えば加える強度変調の時間周波数に特定の意味を対応付ければ、場所、日時などの表示に関する情報を付加することができる。また強度変調の時間周波数の変更規則（例えば、切り替え順序）に特定の意味を対応付ければ、その変更態様を特定することにより前述の表示に関する情報を付加することもできる。またコントラスト自体やその変更規則に特定の意味を対応つけることも可能である。

【0064】かかる情報を付加するためには、例えば、強度変調の種類（時間周波数とコントラストの組）と表示に関する情報を対応付けた記憶手段を用意し、入力手段から与えられる表示に関する情報に基づいて対応する強度変調の種類を読み出せば良い。

【0065】また表示画像のある部分（空間位置）のみに強度変調を与えるようにしても良い。強度変調を部分的に与えることで、表示を行った場所、日時などの表示に関する情報を付加することも可能である。この場合も

前述のような仕組みを採用することにより、表示に関する情報に対応する強度変調の種類を読み出すことができる。

【0066】また、図6に示すように、空間位置毎に時間変調の方法を変更しても良い。上記方法は、画像を領域1と領域2とに分割し、その部分毎に異なる時間変調を与えるものである。変調方法の違いにより撮影された画像には、領域1及び領域2で異なるノイズが発生する。このように、空間位置毎に異なる時間変調方法を用いることにより、さらに効果的な妨害信号を撮影画像に對し発生させることや、撮影画像を鑑賞している者に対して、不正に撮影されたものであることを示す模様を付加することが可能である。

【0067】しかし、上述のように強度変調方法を空間位置毎に変えた場合には、変調が加えられた画像を直接鑑賞する場合に鑑賞者が視線を動かすと本来意図した画像とは異なる画像が見えてしまう場合がある。これは、視線が動いた場合には、本来積分されると想定されていた領域とは空間的に異なる領域が積分されて知覚されることが原因で発生する現象である。以下に、一例を挙げ、説明する。

【0068】全面の強度が一様の画像に対し、空間位置毎に異なる時間変調方法を施した場合を想定する。図6に示すように、領域1と領域2とに分割し、それぞれの領域では強度を正弦波状に時間変調をさせているが、位相は、180度ずらしてある。図7（a）は、ある時間帯での水平方向位置毎の画像の強度分布を示している。視線を動かさない場合には、人には時間変調を正しい位置関係において積分して知覚するため、図7（a）に示されるある時間帯における領域1と領域2の強度の違いを知覚することなく、一様に見える。しかし、水平方向に視線が動いた場合、図7（b）に示されるように、実際に見えている画像の強度分布は想定していた位置とは異なる位置に示される。図7（c）は、想定されていた強度分布と実際に見えている強度分布の差分である。この差分が本来一様であるはずの画像に帯が見える原因となり、本来一様な強度に見えるはずの画像にエッジが発生し、画質を損なう結果となる。すなわち、空間位置毎に異なる変調を行うことにより妨害効果を向上することは可能であるが、表示画面を直接鑑賞した場合に、上述のように視線を動かすとノイズが発生してしまう場合がある。

【0069】このノイズが発生する問題の解決を図るために、本発明では、撮影機器等を介さずに表示画像を直接鑑賞しても変調の知覚をされることなく、一方で、撮像機器等を介して撮影された画像を鑑賞すると鑑賞の妨げとなるノイズ（本来の用事画像とは独立の光量変化）が知覚されるようにするために以下の条件1を満たすような変調方法を提案する。

【0070】条件1：個々の時間帯における強度変調度

の空間分布が高空間周波数成分を含むこと。

【0071】この条件1を満たすことによって、視線を動かしたときに生じる画像の劣化が軽減される理由を以下に述べる。

【0072】図6で示した例では、正弦波状に変化する時間変調の位相を各領域において180度ずらしていた。図8 (a) では、正弦波状に変化する時間変調を画面水平位置毎に、 $2\pi \times / d$ の位相を持つように与え、変調強度の空間分布を低周波成分のみにした場合での、ある時間において水平方向位置毎の変調後の強度分布を示している。なお、 \times は、画面水平位置を示し、 d は、画面幅を示している。図8 (b) では、水平方向に視線を動かした場合での実際に見える強度分布を示している。図8 (c) では、想定された強度分布と実際に見える強度分布との差分、すなわち本来一様であるべき画像からの画質の劣化である。図7 (c) の結果と比較すると、変調強度の空間分布が低周波成分のみを持った場合に発生するノイズは、より振幅が小さく、より低空観衆端数の差分を持つことが分かる。これは、全時間帯において成立する。人間の特性として、より強度が小さく、より高空間周波数成分が少ない変調は知覚できなくなる（視覚情報処理ハンドブック、第5章第1節、朝倉書房）。したがって、発生するノイズは、知覚されにくくなり、視線を動かすことによる画質劣化を避けることができる。

【0073】一方、撮影される画像は、表示画像での空間位置毎の時間変調の違いが反映され、空間位置毎に異なるノイズが記録される。上述した場合は、記録される画像の1フレームには水平方向に正弦波状の明暗変化が記録され、正弦波状の明暗変化のピーク位置は、1フレーム毎に一定間隔の幅で水平方向に移動する。よって、撮影画像は、直接の鑑賞者に呈示された一様な画像ではなく、水平方向に縞模様が移動する画像となる。人の時間周波数に対する感度は、空間周波数成分がゼロ成分のみ値を持つ明暗変化よりも、ある程度 (5 Cycle/Degree程度まで) の空間周波数を持つ明暗変化の方が高く（視覚情報処理ハンドブック、第5章第1節、朝倉書房）、目立つことになり、空間位置に関係なく一様な時間変調を画像全面に施した場合よりも、上記条件1を満たすように空間位置毎の時間変調を施すことにより妨害効果を高くすることができる。

【0074】なお上述では、空間位置毎に連続的に位相を変化させることで、上記条件1を満たす空間位置毎の時間変調の実現を説明したが、時間変調方法の違いを振幅若しくは波形を連続的に空間位置毎に変えることで上記条件1を満たすことでも実現は可能である。また、これらを組み合わせても良い。

【0075】(A-5) 他の用途

上述の変調条件を満たす強度変調を表示画面に加えれば、記録画像の鑑賞を妨害する用途に利用できる。しか

し当該技術は他の用途にも適用できる。例えば、電子透かし（ウォーターマーク）の重畠方法や装置としても利用できる。

【0076】(B) 具体的な実施形態例

続いて、前述した基本原理を応用した実施形態例を説明する。なお後述するシステムを、専ら不正に撮像された記録画像の鑑賞を妨害するシステムとして使用するか、不正行為の追跡を可能とする電子透かし（ウォーターマーク）を記録するためのシステムとして使用するかは使い方の問題であり、基本的なシステム構成は同じである。

【0077】表示画像に強度変調を付与するシステムには大きく分けて2つの種類がある。1つはスクリーン上に映像を投射する方式の表示装置を用いるシステムである。もう1つは直視型の表示装置を用いる方式のシステムである。

【0078】なおいずれのシステムの場合にも、表示装置と鑑賞者の間の光路上において強度変調を加える方法（光源からの出力時点では出力光に強度変調が施されていない方法）と、光源自体又はその駆動信号に強度変調を加えて光源からの出力時点で出力光に強度変調が施されている方法と、画像信号に強度変調を加える方法とが考えられる。勿論、強度変調には明暗方向に対するものと、色方向に対するものとがある。

【0079】(B-1) 投影型のシステム例

(a) 第1の構成例

スクリーン上の表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変化が出現するように表示画像に変調を加える強度変調付与システムとして、以下の装置を備えるものを探査する。

(1) スクリーン上に表示画像を投影する投射型の表示装置 (2) 投影光路上において投影光に作用し、本来の表示画像に対し時間方向に周期性をもった強度変調を加える光量変調装置

このシステムは、光源から鑑賞者に達するまでの光路上で光量を変調する方式に関するものである。

【0080】(a-1) 具体例1

図9に当該システムの第1の具体例を示す。図9のシステムは、表示装置1の投影レンズの前方位置において投影光に変調を加える方式に関するものである。

【0081】図9に示すように、当該システムは、投影手段としての表示装置1と、投影光に強度変調を加える光量変調装置2と、光量変調装置2を駆動制御する駆動制御装置3とを有する。スクリーン4は当該システムの構成要素となることもあるが、ならないこともある。なお当該システムの各構成要素は同一筐体内に格納されて流通する場合もあれば、別筐体として独立に流通する場合もある。従って、表示装置1と、光量変調装置2と、駆動制御装置3はそれぞれ別筐体に格納され、独立に流

通され得るが、本システムの目的からすると、同一の筐体内に格納されることが多いと考えられる。

【0082】ここでの表示装置1は、表示画面上の画像を光学的に拡大し、スクリーン4に投影する機能を備える。表示装置1の配置方法には、スクリーン4の手前側（鑑賞者側）に配置する方法と、半透明スクリーンの奥側（裏側）に配置する方法とがある。前者はスクリーン表面で反射された反射光を鑑賞者が見的方式であり、フロント・プロジェクション型の表示装置が使用される。後者は半透明スクリーンを透過した透過光を鑑賞者が見的方式であり、リア・プロジェクション型の表示装置が使用される。後者の場合には、スクリーン4は当該システムと一体不可分に流通する場合が多いと考えられる。

【0083】この種の表示装置1は、映像信号を処理する信号処理手段と、光源と、表示画像をスクリーン4に投影するための光学系とを有している。なお表示装置1には、既存技術の組み合わせに応じて様々な製品が存在する。

【0084】例えば、表示装置1には、フィルム映写機、CRT方式プロジェクタ（Cathode-ray Tube Projector）、液晶ディスプレイプロジェクタ（Liquid Crystal Display Projector）、LED方式プロジェクタ（Light Emitting Diode Display Projector）、PDP（Plasma Display Panel）方式プロジェクタ、DLP方式プロジェクタ（Digital Light Processing Projector）、FED方式プロジェクタ（Field Emission Display Projector）、ILA方式プロジェクタ（Image Light Amplifier Projector）などを用い得る。なおDLP方式プロジェクタは、DMD（Digital Micromirror Device）素子を画像生成素子に使用するプロジェクタである。

【0085】光量変調装置2は、表示装置1から出力された投影光（表示画像）の光量に強度変調を加えるための手段である。このためには、光量変調装置2が、表示装置1からスクリーン4に投影される投影光の光量を増減制御できる機構を有していれば良い。かかる機構を具体的に実現する手法には様々な方法が考えられる。

【0086】例えば図10に示すように回転角ごとに濃度の変化する回転フィルタ5を、光量変調装置2の光量変調素子として用いる方法がある。この場合、図11に示すように回転フィルタ5を回転モータ6に取り付けて一定速度で回転すれば、回転フィルタ5を透過する光量が濃淡パターンに応じて増減するため所望の強度変調を実現できる。なお回転フィルタ5に付する濃度変化は正弦波状でも良いし、透過パターンと非透過パターンが交互に現れるものでも良い。また回転モータ6の回転速度は一定速度に固定されても良いし、回転速度自体を増減することにより前述の条件を満たす光量変化を実現させても良い。

【0087】この他、光量変調装置2の光量変調素子には、シャッター素子（機械式シャッター、液晶シャッタ

ー）、偏向素子（偏向フィルタ）などを用いることもできる。いずれの素子を用いる場合にも光量の強度変調が可能であり、回転フィルタ5を用いる場合と同様の効果を得ることができる。

【0088】なお図9においては、光量変調装置2を投影レンズの直後に配置しているが、光量変調装置2の配置位置は、光源から出力された映像光が鑑賞者に達するまでの光路上にあれば良いので、光源の直後の位置、液晶パネルなどの画像生成素子の前後の位置等でも良い。どのような位置に配置する場合でも、光量の強度変調を加えることが可能であることは明らかである。因みに図9の場合には、既存の表示装置1に対して簡単に取り付けできるという利点も持つ。

【0089】駆動制御装置3は、前述の（A-2）項の変調条件を満たすように光量変調装置2を駆動制御する装置である。この駆動制御装置3の処理内容は制御対象である光量変調装置2によっても異なる。例えば図11の場合には、駆動制御装置3はサーボ機能部を用いて、回転モータ5の回転を任意の回転速度に制御する手段として機能する。すなわち検出される回転モータ5の回転速度と設定値（回転速度）とを比較し、実測値が設定値に一致するように制御するように機能する。駆動制御装置3の制御に必要な回転速度は、回転フィルタ5の濃淡パターンも加味した上で予め設定されるものとする。設定された回転数は駆動制御装置3内のメモリ（記憶手段）に格納する。

【0090】なお光量変調装置2が機械式シャッターや液晶シャッターの場合には、シャッターの開閉を制御することになる。もっとも機械式シャッターの場合でも、切欠け部を有する円盤を回転するものであれば、前述した回転フィルタと同様の仕組みを適用できる。なお機械式シャッターの場合には、投影光を遮光する部材の移動速度や移動量等を駆動制御装置3によって制御することになる。また液晶シャッターの場合には、液晶分子の配列の変化を駆動制御装置3によって制御することになる。

【0091】また例えば光量変調装置2として偏向素子（偏向フィルタ）を使用する場合には、駆動制御装置3によって対面する2枚の偏向フィルタの偏向角の関係を制御し、最終的に鑑賞者に知覚される光量に強度変調が加わるようにすれば良い。因みに、2枚の偏向フィルタのうち一方は鑑賞者側に配置されていても良い。すなわち偏向フィルタ付の眼鏡として鑑賞者が装着していても良い。

【0092】（a-2）具体例2

図12に当該システムの第2の具体例を示す。図12のシステムは、画像内容に応じて変調方式を変更する機能を第1の具体例に追加したものである。すなわち、第1の具体例の変形例である。なおここでは、画像内容に応じて変調方式を変更しているが、画像内容とは独立に

(例えば、経過時間に応じて) 制御することも可能である。

【0093】なお図12は図9との対応部分に同一の符号を付したものである。従って、表示装置1、光量変調装置2、駆動制御装置3については具体例1と同じであるため説明を省略する。図12のシステムに特有な構成要素は駆動条件決定装置7である。駆動条件決定装置7は、画像信号S1から輝度信号又は色信号を検出して駆動条件を切り替える手段として機能する。図13に駆動条件決定装置7の内部構成例を示す。

【0094】図13に示す駆動条件決定装置7は、画像情報検出部7Aと、光量変調条件決定部7Bと、選択可能条件記録テーブル7Cと、光量変調制御信号変換部7Dとを備える。

【0095】画像情報検出部7Aは、画像信号S1から所望の画像情報を検出する手段である。画像情報には、例えば表示画面全体の平均輝度値(又は色値)、表示画面のうち特定領域の平均輝度値(又は色値)、表示画像中の光強度分布に対し所定の重み付けを加えた積分値、色の分布等がある。なお図12に示す画像情報検出部7Aは、表示装置1に与えられる画像信号S1を入力対象としているが、ビデオカメラ等の画像取得装置によって表示装置1の表示画像を撮影した画像信号を入力対象としても良い。

【0096】光量変調条件決定部7Bは、検出された画像情報を基に使用可能な変調条件を決定する手段である。ここで、光量変調条件決定部7Bが参照する光量(輝度又は色)は表示画面全体に関するものでも良いし、強度変調を加えようとしている部分領域についてのものでも良い。

【0097】光量変調条件決定部7Bは、検出された光量(輝度又は色)を基に選択可能条件記録テーブル7Cにアクセスし、不正に撮像すると記録画像に前述の視覚効果を発生させるような変調条件(例えば振幅、周波数、波形)のうち適当なものの選択を行う。選択基準には、例えば記録画像に出現する光量変化の振幅が規定値以上か否かや、記録画像に出現する光量変化の時間変化がヒトに知覚されやすい周波数帯域(例えば1~20Hz)か否かを適用し得る。勿論、他の選択基準を適用し得る。

【0098】選択可能条件記録テーブル7Cは、光量変調条件決定部7Bが変調条件を選択できるように変調条件の組み合わせを記録する手段である。不正に撮像すると記録画像に前述の視覚効果を発生させるような変調条件の組み合わせは事前に算出され記録されているものとする。なお、選択可能条件記録テーブル7Cは、複数の変調条件が組み合わされた組み合わせを複数個記録している。

【0099】光量変調制御信号変換装置7Dは、選択された変調条件を具体的な駆動情報に変換する手段であ

る。この駆動情報は光量変調装置2に採用する構成やこれを駆動する駆動制御装置3の制御方法に応じた形式にて与えられる。例えば、具体例1のように回転フィルタ5を用いるものであれば、変調条件は回転速度の目標値に変換される。変換後の駆動情報は光量変調制御信号S2として駆動制御装置3に与えられる。なお言うまでも無く、光量変調制御信号変換装置7Dは、変調条件を所定の駆動情報に変換するための変換テーブルや変換式を格納しており、これらに照合することで変換動作を実現する。

【0100】(b) 第2の構成例

スクリーン上の表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変化が出現するように表示画像に変調を加える強度変調付与システムとして、以下の装置を備えるものを探査する。

(1) スクリーン上に表示画像を投影する投射型の表示装置 (2) 表示装置の光源を制御し、本来の表示画像に対し時間方向に周期性をもった強度変調を加える光量変調装置

このシステムは、光源自体を制御することで強度変調された投影光を出力させる方式に関するものである。

【0101】(b-1) 具体例1

図14に当該システムの第1の具体例を示す。図14のシステムは、非自発光型ディスプレイの光源の発光自体を変調することで投影光に強度変調を加える方式に関するものである。因みに非自発光型ディスプレイには、フィルム映写機、液晶ディスプレイプロジェクタ、DLP方式プロジェクタ、ILA方式プロジェクタなどを用い得る。

【0102】図14の場合、電流変調装置1Bが本願明細書における光量変調装置に相当する。電流変調装置1Bは、電源1Aから光源1Cに供給される駆動電流を所定の振幅と周波数を有する信号波で変調することにより、光源1Cから出力される光源光の光量を増減制御する。勿論、ここでの信号波は前述の(A-2)項の変調条件を満たすものである。また、信号波は、所定の波形を備えている信号のことである。

【0103】強度変調の施された光源光は画像生成手段1Dを介してスクリーン4上に投影される。かくしてスクリーン上の表示画像には、当該表示画像を不正に撮像すると記録画像に前述の視覚効果が発生する変調が施されることになる。ここで画像生成手段1Dは光源光を反射又は透過することで表示画像を生成する。画像形成手段1Dとしては、例えば映写フィルム、液晶フィルタ、DMD素子などを使用する。

【0104】なお図14の場合、電流変調装置1Bが強度変調に使用する信号波の情報は事前に記録手段などに記録されているものとする。もっとも図12に示す具体例2のように、強度変調に使用する変調条件(例えば、

振幅、周波数、波形）は画像信号の情報を基に適宜設定するようにすることもできる。

【0105】なお図14では光源1Cに供給される駆動電流を制御する方式のシステムについて表しているが、駆動電圧を同様に制御する方式のシステムに適用することもできる。その場合には、同様の制御を電源1Aから供給される駆動電圧に加える電圧変調装置を用いれば良い。また図14では、電流変調装置1Bを表示装置1の内部に設けているが、表示装置1の外部に設けても良い。

【0106】言うまでもなくこのシステムは、フロント・プロジェクション型のシステムにも、リア・プロジェクション型のシステムにも適用し得る。

【0107】(b-2) 具体例2

図15に当該システムの第2の具体例を示す。図15のシステムは、自発光型ディスプレイの光源の発光 자체を変調することで投影光に強度変調を加える方式に関するものである。図15には図14との対応部分に同一符号を付して表している。因みに自発光型ディスプレイには、CRT方式プロジェクタ、LED方式プロジェクタ、プラズマディスプレイプロジェクタ、FED方式プロジェクタなどを用い得る。

【0108】このシステムと第1の具体例との違いは、光源1Cに画像信号が入力される点である。従ってこのシステムの場合には、光源1Cの出力光の段階で表示画像が形成されている。

【0109】なお、電流変調装置1Bには第1の具体例と同じものを使用すれば良い。このシステムの場合にも、光源1Cに供給される駆動電流を電流変調装置1Bで制御することにより、画像信号とは独立の強度変調を表示画面に加えられる。

【0110】勿論このシステムの場合にも、駆動電圧を同様に制御する方式を適用することもできる。また図15では、電流変調装置1Bを表示装置1の内部に設けているが、表示装置1の外部に設けても良い。

【0111】言うまでもなくこのシステムは、フロント・プロジェクション型のシステムにも、リア・プロジェクション型のシステムにも適用し得る。

【0112】(b-3) 具体例3

この具体例は、図14及び図15で示した具体例の変形例である。従って、そのシステム構成は前述の2つの具体例と同様である。

【0113】この具体例は、光源の発光制御にPWM方式(Pulse Width Modulation: パルス幅変調方式)を表示装置に用いるシステムに関するものである。この種の表示装置には、例えばDLP方式プロジェクタ、PDP方式プロジェクタその他がある。この種の表示装置は、1フレーム中に複数回の発光と非発光を加算することで階調を表現している。従って、この具体例ではこの発光動作に更に変調を加えることで前述の視覚効果を実現す

る。

【0114】なおPWM方式の階調表示は次のように行われる。例えば16階調の場合、その階調は、図16(A)に示すような駆動パターン(パルスの組み合わせパターン)となる。従って本具体例の場合には、図16(B)に示すように、本来の駆動パターン(図16(A))に対し、更に周期的な非発光期間を付加することで行うことができる。勿論、この場合も非発光期間を設ける周期と長さは、(A-2)項の条件を満たすように決定すれば良い。

【0115】(c) 第3の構成例

スクリーン上の表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変化が出現するように表示画像に変調を加える強度変調付与システムとして、以下の装置を備えるものを提案する。

(1) スクリーン上に表示画像を投影する投射型の表示装置、(2) 表示装置の画像信号を制御し、本来の表示画像に対し時間方向に周期性をもった強度変調を加える光量変調装置

このシステムは、表示画像を生成する画像信号自体を予め変調する方式に関するものである。

【0116】(c-1) 具体例1

図17に当該システムの第1の具体例を示す。図17のシステムは、表示装置1に入力される画像信号に変調を加える方式に関するものである。図17にシステムの場合、画像信号変調装置8が当該機能を提供する。なお、図17においては画像信号変調装置8を表示装置1の外部に配置しているが、表示装置1の内部に設けても良い。またここで表示装置1は、非自発光型ディスプレイでも自発光型ディスプレイでも良い。

【0117】画像信号に強度変調を加える方法としては様々な方法が考えられる。ここでは同一フレーム(表示装置によって1フィールドと呼ぶ場合もあれば、1コマと呼ぶ場合もある。要するに表示単位の意味で使用する。)から光量を異にする同一フレームを複数生成し、これらを1フレーム表示期間中に出力する方法を採用する。

【0118】例えば、1フレームの画像信号から2フレームの画像信号を生成する場合であれば、生成された画像信号を入力時のフレームレートの2倍のフレームレートで出力する。また1フレームの画像信号を2フレームに変換する際には、2フレームの表示強度を同じにせず、強度差を付けるようにする。

【0119】勿論、ここで付与する強度変調は前述の(A-2)項の変調条件を満たすように定める。かくして表示画像を直接鑑賞しても妨げとならないが、これを撮影した記録画像の鑑賞は妨げができる。

【0120】図18に、当該方法を実行する画像信号変調装置8の構成例を示す。図18に示す画像信号変調装

置8は、メモリ8Aと、画像変調処理部8Bと、変調条件記録テーブル8Cと、画像出力部8Dとを備える。

【0121】メモリ8Aは、入力された画像信号は一時的に保持する手段である。画像変調処理部8Bは、フレーム同期信号を受け取ってから次のフレーム同期信号を受け取るまでの間に、メモリ8Aからフレーム画像を複数回（例えば2回）読み出す処理と、読み出されたフレーム画像に所定の強度変調を加える処理とを実行する手段である。勿論、強度変調を施されたフレーム画像は直ちに画像出力装置8Dに出力される。すなわち1フレーム表示期間中に複数回出力される。

【0122】ここで画像変調処理部8Bは、強度変調の条件を変調条件記録テーブル8Cから読み出して上述の処理を実行する。勿論、メモリ8Aからの読み出し回数も強度変調の条件に基づいて定まる。なお変調条件記録テーブル8Cには予め必要な変調条件が格納されているものとする。

【0123】因みに、画像変調処理部8Bが画像信号に応じて変調条件を決定する処理も実行するシステムの場合には、前述の変調条件記録テーブル8Cに代えて図13の選択可能条件記録テーブルを用いれば良い。

【0124】画像出力部8Dは、画像変調処理部8Bの出力である画像信号を入力して表示装置1に出力する手段である。なお、画像変調処理部8Bから画像出力部8Dに入力される画像信号は、画像変調処理部8Bによる変調処理後の画像信号である。

【0125】この結果、表示装置1には表示強度を異にする同一フレーム画像が1フレームの表示期間中に複数入力されることになる。

【0126】なお以上の説明では、画像変調処理部8Bの出力時のフレームレートが入力時のフレームレートの2倍の場合を例に説明したが、出力時のフレームレートは必ずしも入力時のフレームレートの整数倍に限る必要はない。例えば、1.5倍でも良い。この場合には、生成された各フレームの表示期間にバラツキが生じる。また例えば、あるフレームでは1フレームの表示期間中に2フレーム出力され、あるフレームでは1フレームの表示期間中に3フレーム出力されるという方法を採用しても良い。

【0127】(d) 第4の構成例

スクリーン上の表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変化が出現するように表示画像に変調を加える強度変調付与システムとして、以下の装置を備えるものを探求する。

(1) スクリーン上に表示画像を投影する投射型の表示装置、(2) 表示装置の画像信号を制御し、本来の表示画像に対し時間方向に周期性をもった強度変調を加える光量変調装置

このシステムは、光源から鑑賞者に達するまでの光路上

で光量を変調する方式に関するものである。

【0128】(d-1) 具体例1

図19に当該システムの第1の具体例を示す。図19のシステムは、表示装置1の光路上において、投影光に変調を加える方式に関するものである。

【0129】図19に示すように、当該システムは、投影手段としての表示装置1に、出力光に強度変調を加える光量変調装置2と、光量変調装置2を駆動制御する駆動制御装置3を組み込んだものである。画像作成装置5は、画像信号を処理し、画像生成素子によって画像を作成、投影する。例えば、画像生成素子は、フィルム、CRT、液晶、LED、PDP(Plasma Display Panel)、DMD(Digital Micromirror Device)、FED(Field Emission Display)、ILA(Image Light Amplifier)などを用い得る。投影された光は、レンズ6によってスクリーン4へ照射される。本実施形態の各部の具体的な構成及び動作は上述したとおりである。

【0130】光量変調装置2は、画像作成装置5からの出力光に強度変調を空間位置毎に加えるための手段であり、上述した条件1を満たすために強度変調を実現する装置である。このためには、光量変調装置2が、画像作成装置5からの出力光の光量を空間位置毎に独立して増減制御できる機構を有していればよい。光量変調装置2は、発光点、若しくは発光面から観察者までの光路上において空間位置毎に変調を与えることが可能であるどの位置においても良い。光量変調装置2を具体的に実現する手法には様々な方法が考えられる。

【0131】例えば、図20に示すように、回転濃度フィルタ7を回転モータ8に取り付け、ある速度で回転させる手法を用いる方法がある。

【0132】半径r、角度θでの回転フィルタの透過率T(r, θ)を光路の幅dに対して、

$$T(r, \theta) = 0.5 + 0.5 \times \sin(\theta + 2\pi r/d)$$

とし、この回転フィルタを70Hzで回転させると、各空間位置において上述した時間変調を実現でき、かつ変調強度の空間周波数成分が画面幅で1周期と条件1を満たす変調方法を実現することができる。

【0133】なお、上述では位相を空間位置毎に連続的に変化させていたが、振幅を空間位置毎に連続的に変化させることでも、条件1を満たす変調方法を実現することができる。

【0134】例えば、光路の幅dに対して、半径r、角度θでの回転フィルタの透過率T(r, θ)を

$$T(r, \theta) = (0.5 + 0.5 \sin(2\pi r/d)) \times \sin \theta$$

とすればよい。

【0135】同様に、空間位置毎に時間変調の波形を例えれば、正弦波から矩形波に徐々に変形されることでも、条件1を満たす変調強度を実現することができる。

【0136】また、これらの空間位置毎に異なる位相、振幅、波形を組み合わせて条件1を満たす変調方法を実現しても良い。

【0137】光量変調装置2の光量変調素子には、回転フィルタ以外にも、機械式シャッター、液晶シャッター等のシャッター素子、偏向フィルタ等の偏向素子などを用いることでも実現できる。いずれの素子を用いる場合にも、空間位置毎に光量の強度変調が可能であり、回転濃度フィルタ7を用いる場合と同様の効果を得ることができる。

【0138】(d-2) 具体例2

図21は、図20で示された装置の変形例である。位置決めサーボ装置9は、回転濃度フィルタ7の位置を移動させる。このことによって、妨害の発生する位置を任意決定することが可能となり、より効果的な妨害を与えることが可能となっている。妨害を発生させる位置は、無作為に動かしても良いし、予めコンテンツにノイズ発生位置を付与しておいても良いし、また、コンテンツから効果的に妨害を行うことが可能な位置を検出する装置によりノイズ位置を制御しても良い。

【0139】(e) 第5の構成例

スクリーン上の表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変調が出現するように表示画像に変調を加える強度変調付与システムとして、以下の装置を備えるものを提案する。

(1) スクリーン上に表示画像を投影する投射型の表示装置、(2) 表示装置の画像信号を制御し、本来の表示画像に対し時間方向に周期性をもった強度変調を画像の空間位置毎に加える光量変調装置

このシステムは、表示画像を生成する画像信号自体を予め変調する方式に関するものである。本第5の構成例は、上述した表示画像を生成する画像信号自体を予め変調する方式に、条件1を満たす強度変調を与える機能を追加したものである。

【0140】(e-1) 具体例1

画像信号に強度変調を加える方法としては、様々な方法が考えられる。ここでは、同一フレームから光量を異にするサブフレームを複数生成し、これらを1フレーム表示期間中に出力する方法を採用する。なお、表示装置によって、表示単位である1フレームを1フィールドと呼ぶ場合があり、また、1コマと呼ぶ場合もある。

【0141】図22及び図23に当該方法を実行する画像信号変調装置10の構成例を示す。画像信号変調装置10は、メモリ10aと、画像変調処理部10bと、変調条件記録テーブル10cと、画像出力部10dとを備える。

【0142】メモリ10aは、入力された画像信号を一時的に保持する手段である。画像変調処理部10bは、フレーム同期信号を受け取ってから次のフレーム同期信

号を受け取るまでの間に、メモリ10aからフレーム画像を複数回読み出す処理と、空間位置毎に所定の強度変調を読み出されたフレーム画像に加える処理とを実行する手段である。勿論、強度変調を施されたフレーム画像は、直ちに画像出力装置10dに出力される。すなわち、1フレーム表示期間中に複数回出力される。

【0143】ここで、画像変調処理部10bは、条件1を満たす強度変調の条件を変調条件記録テーブル10cから読み出して上述の処理を実行する。勿論、メモリ10aからの読み出し回数も強度変調の条件に基づいて定まる。なお、変調条件記録テーブル10cには、予め、必要な変調条件が格納されているものとする。

【0144】画像出力部10dは、画像変調処理部10bの出力である画像信号を入力して表示装置1に出力する手段である。

【0145】この結果、表示装置1には、表示強度を異にする同一フレーム画像が1フレームの表示期間中に複数入力されることになる。

【0146】(e-2) 具体例2

(e-1) の第1の具体例で示した変形例である。従つて、システム構成は、図22及び図23で示したものと同様である。

【0147】具体例2では、画像表示素子の制御にPWM方式(Pulse Width Modulation)を表示装置に用いるシステムに関するものである。この表示装置には、例えば、DLP方式プロジェクタやPDP方式プロジェクタ等がある。また、この表示装置には、1フレーム中に複数回の発光と非発光を加算することで階調を表現している。このシステムでは、周期的な非発光期間を附加することにより、時間変調を実現する。この非発光期間を設けるタイミングを空間位置毎に非発光期間の位置をずらすことによって条件1を満たす変調方法を実現することができる。

【0148】(B-2) 直視型のシステム例

直視型のシステムの場合にも、投射型のシステムと同様の制御手法が考えられる。以下では、投射型のシステムとの相違部分を中心に説明する。

【0149】(a) 第1の構成例

表示画面上の表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変調が出現するように表示画像に変調を加える強度変調付与システムとして、以下の装置を備えるものを提案する。(1) 表示画面上に表示画像を表示する直視型の表示装置(2) 表示光に作用し、本来の表示画像に対し時間方向に周期性をもった強度変調を加える光量変調装置

このシステムは、光源から鑑賞者に達するまでの光路上で光量を変調する方式に関するものである。もっとも、この種の表示装置の場合には、表示画面(表示画像が表示される画面)から鑑賞者までの光路上で強度変調が加

えられる場合が多いと考えられる。

【0150】(a-1) 具体例1

図24に当該システムの第1の具体例を示す。図24は、図9からスクリーン4を除いた構成に対応するものである。もっとも、ここで使用する表示装置1に投影光学系は不要である。

【0151】表示装置1には、CRT (Cathode Ray Tube) ディスプレイ、フラットパネルディスプレイ（例えば、LCDパネル、PDPパネル、FEDディスプレイ (Field Emission Display) 、ELディスプレイ (Electro-luminescence Display) ）その他を用い得る。またここでの表示装置1にはヘッドマウントディスプレイも含まれ得る。

【0152】光量変調装置2には、図11に示すような機械式フィルタのほか、機械式シャッター、液晶シャッター、偏向素子（偏向フィルタ）その他の光学フィルタを用い得る。なお図24のように表示装置1の外部に光量変調装置2を配置する場合には、一般に液晶シャッターや光学フィルタを用いる場合が多いと考えられる。また図24の場合、光量変調装置2と表示装置1を独立の装置として表しているが、これらは同一筐体内に一体化されても良い。

【0153】また表示装置1が画像生成素子と光源とで構成される場合には、光源から画像生成素子の間に光量変調装置2を配置しても良い。このようにしても強度変調の加えられた表示画像を鑑賞者に知覚させることができる。

【0154】駆動制御装置3も、図9の駆動制御装置3と同じものを使用すれば良い。勿論、駆動制御装置3の制御手法は光量変調装置2に応じて異なることは前述の通りである。

【0155】(a-2) 具体例2

図25に当該システムの第2の具体例を示す。図25は、図12からスクリーン4を除いた構成に対応するものである。勿論、ここで使用する表示装置1に投影光学系は不要である。この場合も、表示装置1、光量変調装置2、駆動制御装置3は、具体例1と同じものを使用すれば良い。また駆動条件決定装置7には、図13で説明した装置を使用すれば良い。

【0156】(b) 第2の構成例

表示画面上の表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変化が出現するように表示画像に変調を加える強度変調付与システムとして、以下の装置を備えるものを提案する。(1) 表示画面上に表示画像を表示する直視型の表示装置(2) 表示装置の光源を制御し、本来の表示画像に対し時間方向に周期性をもった強度変調を加える光量変調装置

このシステムは、光源自体を制御することで強度変調された表示光を出力させる方式に関するものである。

【0157】(b-1) 具体例1

図26に当該システムの第1の具体例を示す。図26は、図14からスクリーン4を除いた構成に対応するものである。勿論、ここで使用する表示装置1に投影光学系は不要である。

【0158】このシステムは、非自発光型のディスプレイの光源の発光自体を変調する方式に関するものである。表示装置1には、LCDパネルディスプレイ、DLPディスプレイ等を用い得る。

【0159】図26の場合も、電流変調装置1Bが本願明細書における光量変調装置に相当する。また図26は光源の駆動電流を変調しているが、光源の駆動電圧を変調することもできることは言うまでもない。

【0160】(b-2) 具体例2

図27に当該システムの第2の具体例を示す。図27は、図15からスクリーン4を除いた構成に対応するものである。勿論、ここで使用する表示装置1に投影光学系は不要である。

【0161】このシステムは、自発光型のディスプレイの光源の発光自体を変調する方式に関するものである。表示装置1には、CRTディスプレイ、PDPディスプレイ、FEDディスプレイ、ELディスプレイ等を用い得る。また表示装置1にはヘッドマウントディスプレイも含まれる。

【0162】図27の場合も、電流変調装置1Bが本願明細書における光量変調装置に相当する。また図27は光源の駆動電流を変調しているが、光源の駆動電圧を変調することもできることは言うまでもない。

【0163】(b-3) 具体例3

この具体例は、DLPディスプレイやPDPディスプレイのように光源の発光制御にPWM方式が用いられる表示装置に適用できるものである。すなわち、図16に示すように駆動パルスに非発光期間を付加する方法に関するものである。

【0164】(c) 第3の構成例

表示画面上の表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変化が出現するように表示画像に変調を加える強度変調付与システムとして、以下の装置を備えるものを提案する。(1) 表示画面上に表示画像を表示する直視型の表示装置(2) 表示装置の画像信号を制御し、本来の表示画像に対し時間方向に周期性をもった強度変調を加える光量変調装置

このシステムは、表示画像を生成する画像信号自体を予め変調する方式に関するものである。

【0165】(c-1) 具体例1

図28に当該システムの第1の具体例を示す。図28は、図17からスクリーン4を除いた構成に対応するものである。勿論、ここで使用する表示装置1に投影光学系は不要である。

【0166】ここで表示装置1は非自発光型ディスプレイでも、自発光型ディスプレイでも良い。またここで表示装置1には、ヘッドマウントディスプレイも含まれる。画像信号の変調方法には様々な方法が考えられるが、同一フレームから光量を異にする同一フレームを複数生成し、これらを1フレーム表示期間中に出力する方法を採用する場合には図18に示す構成の画像信号変調装置8を用いれば良い。なお画像信号変調装置8の制御方法に関する記載は、前述の投射型システム例の説明と同様である。

【0167】(d) 第4の構成例

表示画面上の表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変化が出現するように表示画像に変調を加える強度変調付与システムとして、以下の装置を備えるものを提案する。(1) 表示画面上に表示画像を表示する直視型の表示装置、(2) 表示光に作用し、本来の表示画像に対し時間方向に周期性をもった強度変調を画像の空間位置毎に加える光量変調装置

このシステムは、光源から鑑賞者に達するまでの光路上で光量を変調する方式に関するものである。もっとも、この種の表示装置の場合には、表示画面(表示画像が表示される画面)から鑑賞者までの光路上で強度変調が加えられる場合が多いと考えられる。

【0168】(d-1) 具体例1

図29に当該システムの第1の具体例を示す。図29は、図19からスクリーン4及びレンズ6を除いた構成に対応するものである。

【0169】画像作成装置5は、CRTディスクプレイ、液晶ディスプレイ、PDPディスプレイ等を用いる。

【0170】光量変調装置2は、画像作成装置5からの出力光に強度変調を空間位置毎に加えるための手段であり、上述した条件1を満たすために強度変調を実現する装置である。このためには、光量変調装置2が、画像作成装置5からの出力光の光量を空間位置毎に独立して増減制御できる機構を有していればよい。光量変調装置2は、発光点、若しくは発光面から観察者までの光路上において空間位置毎に変調を与えることが可能であるどの位置においても良い。光量変調装置2を具体的に実現する手法には様々な方法が考えられる。

【0171】また、図30に示すように、回転濃度フィルタ7を回転モータ8に取り付け、ある速度で回転させる手法を用いる方法がある。上記方法は、(B-1)投射型のシステム例の(d-1)項の説明と同様である。

【0172】(d-2) 具体例2

図31は、図30で示された装置の変形例である。また、図31は、図21からスクリーン4及びレンズ6を除いた構成に対応するものである。

【0173】(e) 第5の実施例

表示画面上の表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変化が出現するように表示画像に変調を加える強度変調付与システムとして、以下の装置を備えるものを提案する。(1) 表示画面上に表示画像を表示する直視型の表示装置、(2) 表示光に作用し、本来の表示画像に対し時間方向に周期性をもった強度変調を画像の空間位置毎に加える光量変調装置

このシステムは、表示画像を生成する画像信号自体を予め変調する方式に関するものである。本第5の構成例は、上述した表示画像を生成する画像信号自体を予め変調する方式に、条件1を満たす強度変調を与える機能を追加したものである。

【0174】(e-1) 具体例1

画像信号に強度変調を加える方法としては、様々な方法が考えられる。ここでは、同一フレームから光量を異にするサブフレームを複数生成し、これらを1フレーム表示期間中に出力する方法を採用する。

【0175】具体例1は、(B-1)投射型のシステム例である(e-1)項に直視型のシステムを適用したものである。

【0176】(e-2) 具体例2

(e-1)の具体例1の変形例である。また、具体例2は、(B-1)投射型のシステム例である(e-2)項に直視型のシステムを適用したものである。

【0177】(C) 撮像妨害システムへの適用

前述の強度変調付与システムを適用した撮像妨害システムでは、本来の表示画像とその記録画像の再生時に鑑賞を妨げる光像パターン(光量変化のパターン)とが共に可視光として表示されるため、両者を分離して記録することを極めて困難にできる。

【0178】また当該変調技術の場合には、表示画像に前述の変調を加えても、色、輝度ともに対策前と同じ画像を保つことができる。

【0179】また前述のように記録画像には鑑賞を妨げる光像パターン(光量変化のパターン)が不可分に記録されるため、その違法な複製行為も有効に妨げができる。

【0180】(D) 電子透かし付与システムへの適用

前述の強度変調付与システムを適用した電子透かし付与システムでは、本来の表示画像とその記録画像の再生時に知覚される光像パターン(光量変化のパターン)とが共に可視光として表示されるため、両者を分離して記録することを極めて困難にできる。

【0181】また当該変調技術の場合には、表示画像に前述の変調を加えても、色、輝度ともに対策前と同じ画像を保つことができる。

【0182】また前述のように記録画像には電子透かしとしての光像パターン(光量変化のパターン)が不可分に記録されるため、その違法な複製行為も有効に妨げる

ことができる。

【0183】

【発明の効果】 上述のように本発明によれば、表示画像の直接の鑑賞には妨げとならないが、これを撮影した記録画像には本来の表示画像とは独立の光量変化を出現させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 平均輝度強度ごとのヒトの時間周波数コントラスト感度特性を示す図である。

【図2】 記録画像に現れる記録強度の出現例を示す図である。

【図3】 色変化に対するヒトの時間周波数コントラスト感度特性を示す図である。

【図4】 異なる2色にそれらの輝度値の和が一定かつ逆相となるように強度変調を加える場合の例を示す図である。

【図5】 異なる2色に同位相となるように強度変調を加える場合の例を示す図である。

【図6】 画像を領域1及び領域2に分割し部分的変調を行った場合の様子を示す図である。

【図7】 水平方向位置毎の画像の強度分布を示す図である。

【図8】 水平方向位置毎の変調後の画像の強度分布を示す図である。

【図9】 投影型のシステム（投影光変調型）の構成例を示す図である。

【図10】 回転フィルタの構成例を示す図である。

【図11】 光量変調装置の構成例を示す図である。

【図12】 投影型のシステム（投影光変調型）の構成例を示す図である。

【図13】 駆動条件決定装置の構成例を示す図である。

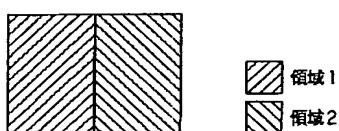
【図14】 投影型のシステム（光源変調型）の構成例を示す図である。

【図15】 投影型のシステム（光源変調型）の構成例を示す図である。

【図16】 パルス幅変調方式の表示装置への適用例を示す図である。

【図17】 投影型のシステム（画像信号変調型）の構成例を示す図である。

【図6】



【図18】 画像信号変調装置の構成例を示す図である。

【図19】 投射型のシステム（投影光変調型）の構成例を示す図である。

【図20】 投射型のシステム（投影光変調型）において、回転濃度フィルタを用いた第1の構成例を示す図である。

【図21】 投射型のシステム（投影光変調型）において、回転濃度フィルタを用いた第2の構成例を示す図である。

【図22】 投影型のシステム（投影光変調型）において、画像信号変調装置を用いた構成例を示す図である。

【図23】 画像信号変調装置の構成例を示す図である。

【図24】 直視型のシステム（表示光変調型）の構成例を示す図である。

【図25】 直視型のシステム（表示光変調型）の構成例を示す図である。

【図26】 直視型のシステム（光源変調型）の構成例を示す図である。

【図27】 直視型のシステム（光源変調型）の構成例を示す図である。

【図28】 直視型のシステム（画像信号変調型）の構成例を示す図である。

【図29】 直視型のシステム（表示光変調型）の構成例を示す図である。

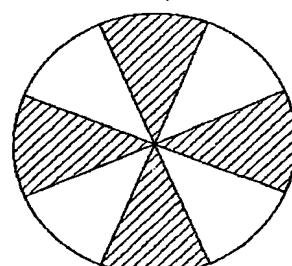
【図30】 直視型のシステム（表示光変調型）において、回転濃度フィルタを用いた第1の構成例を示す図である。

【図31】 直視型のシステム（表示光変調型）において、回転濃度フィルタを用いた第2の構成例を示す図である。

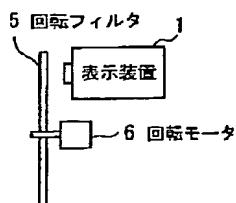
【符号の説明】

- 1 表示装置、1B 電流変調装置、1C 光源、1D 画像生成素子、2 光量変調装置、3 駆動制御装置、7 駆動条件決定装置、7A 画像情報検出部、7B 光量変調条件決定部、7C 選択可能条件記録テーブル、7D 光量変調制御信号変換部、8 画像信号変調装置、8A メモリ、8B 画像変調処理部、8C 変調条件記録テーブル、8D 画像出力部

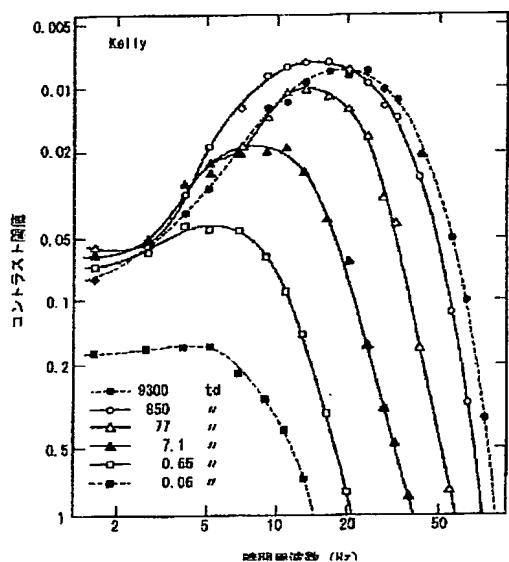
【図10】



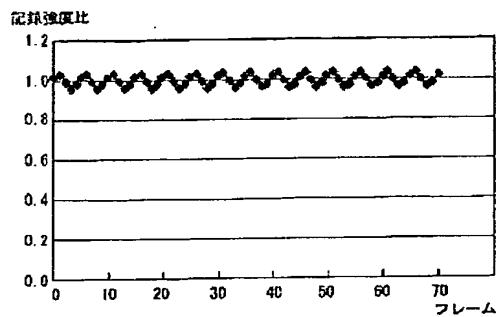
【図11】



【図1】

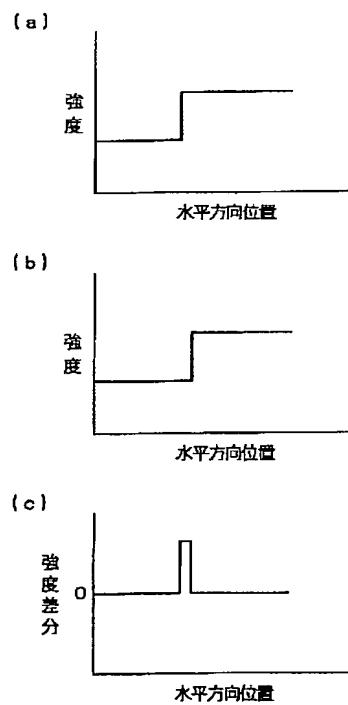


【図2】

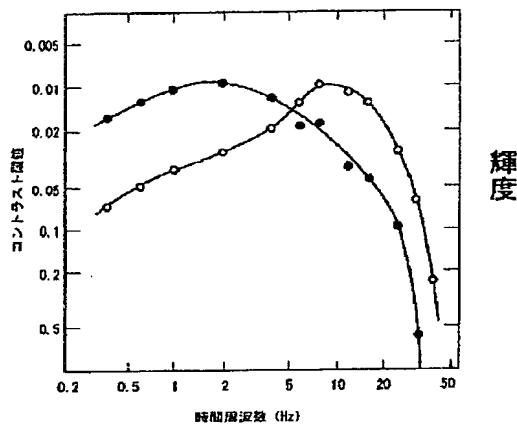


縦軸は、表示強度である $A(1-\alpha)$ に対する記録強度の比である。
横軸は、フレームを示し、60フレームは1秒に相当する。

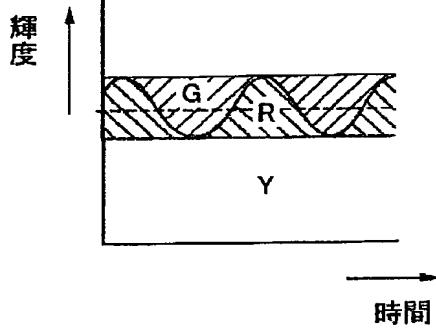
【図7】



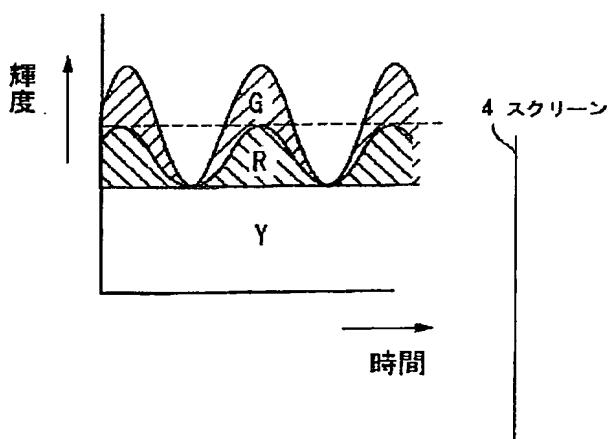
【図3】



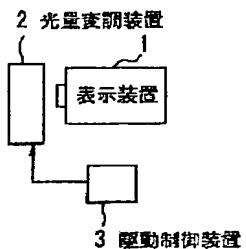
【図4】



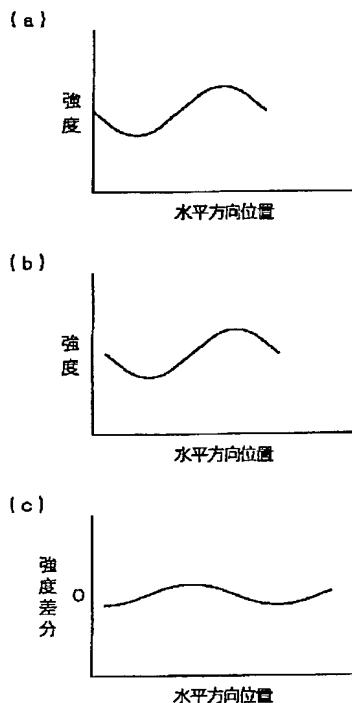
【図5】



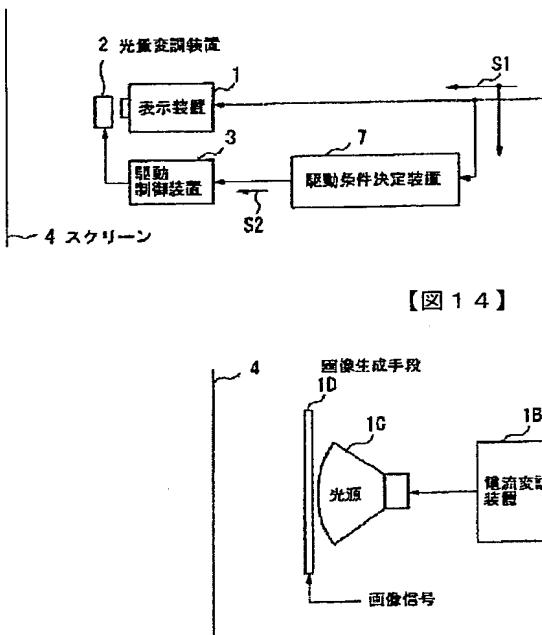
【図9】



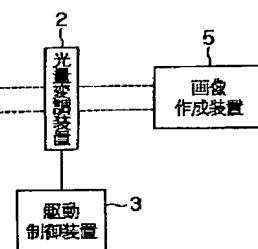
【図 8】



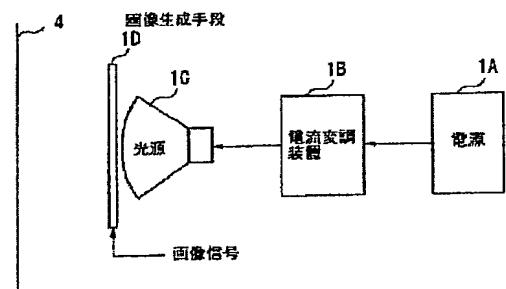
【図 12】



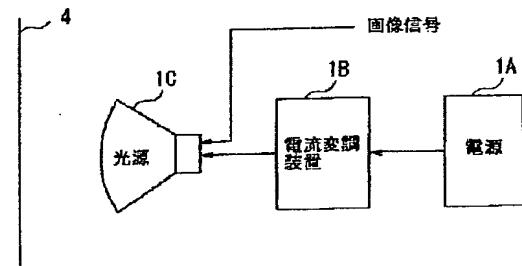
【図 29】



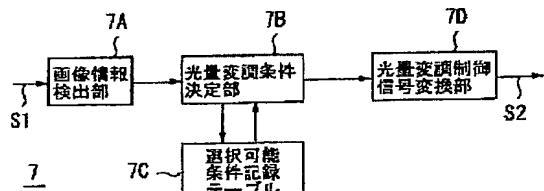
【図 14】



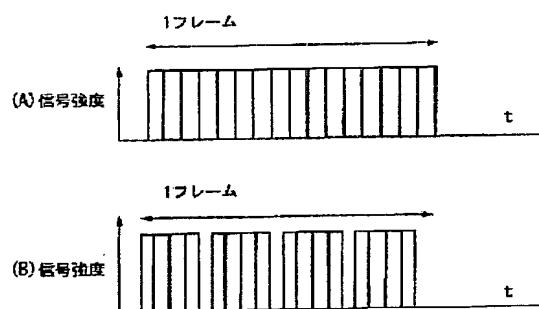
【図 15】



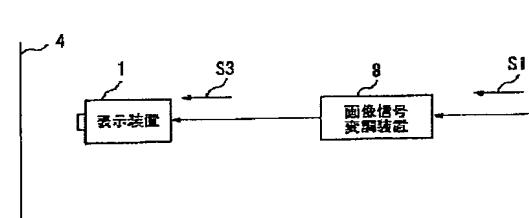
【図 13】



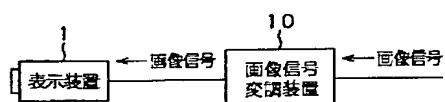
【図 16】



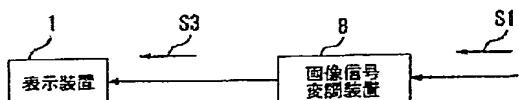
【図 17】



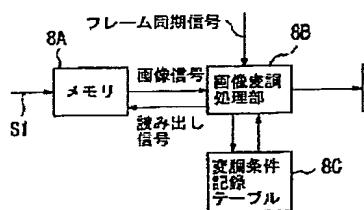
【図 22】



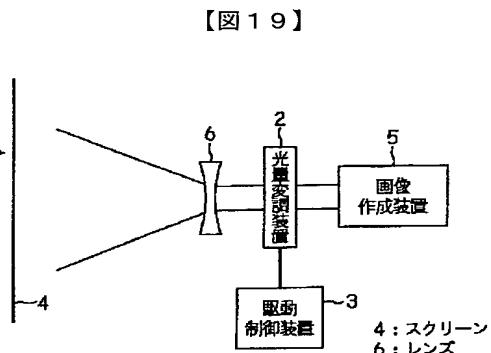
【図 28】



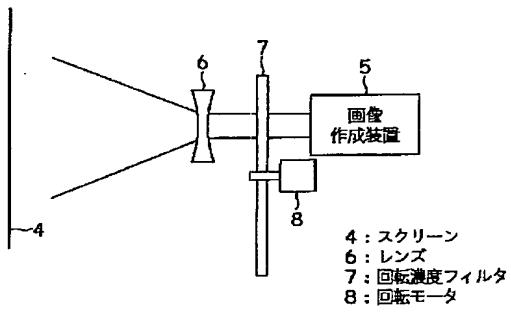
【図18】



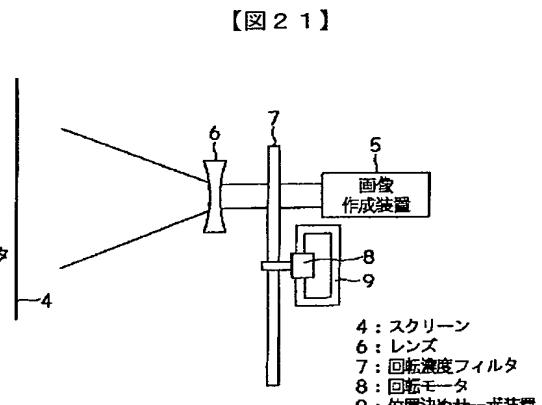
【図20】



【図19】

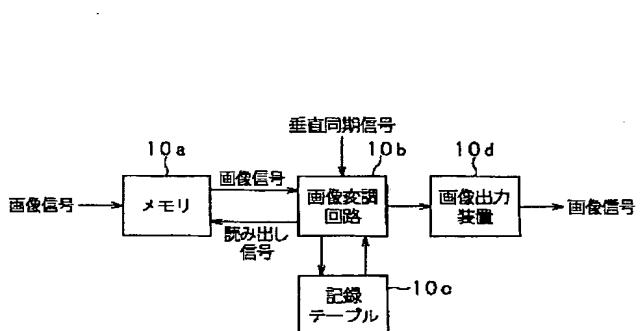


4:スクリーン
6:レンズ
7:回転速度フィルタ
8:回転モータ

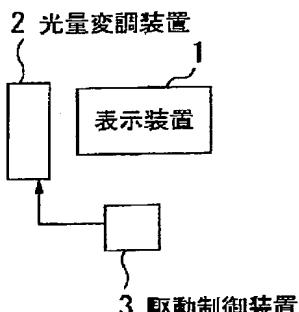


【図21】

【図23】



【図24】

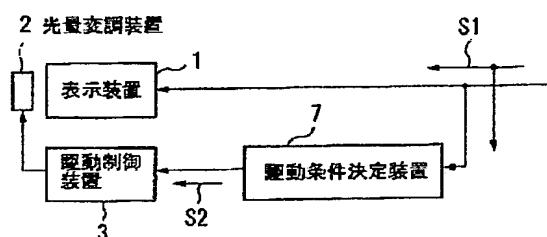


【図30】

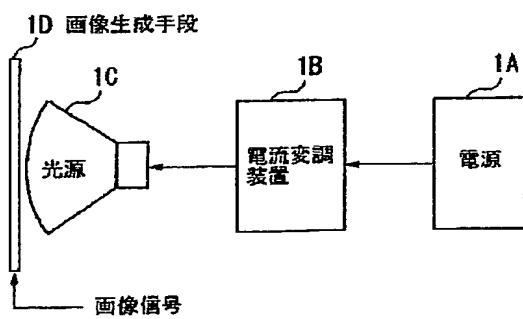


7:回転速度フィルタ
8:回転モータ

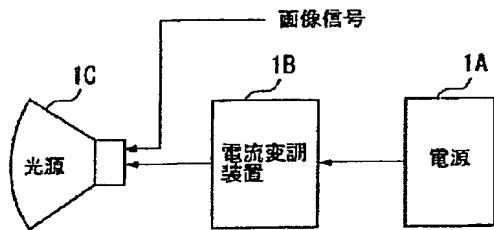
【図25】



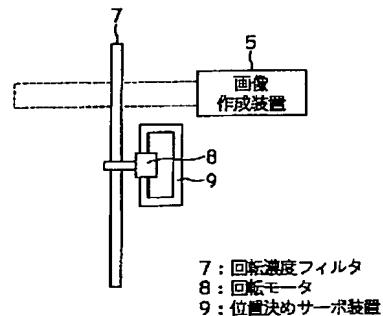
【図26】



【図27】



【図31】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2K103 AA08 AB10 BC39
 5C026 CA01
 5C058 BA23 BA29 BA35 EA02 EA14
 EA51
 5C063 AB05 CA29 CA31 CA36 EB39

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.